

Lasi ja hiekka

Helena Manner

Materiaalitutkimus-kurssin tutkimusraportti

Muotoilun koulutusohjelma

Muotoilun laitos

Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu

Aalto-yliopisto

29.3.2016

Tiivistelmä

Tutkimuksen aiheena selvitin eri hiekkalaatujen sulattamista lasikerrosten väliin. Tutkin kuinka hiekkaa voi hyödyntää puhallettujen ja sulatettujen lasikappaleiden koristelussa. Toteutin tutkimuksen käyttämällä neljää eri hiekkalaatua ja suorittamalla kokeet sekä sulatus- että puhallustekniikoilla. Tarkoituksena oli tutkia millaista visuaalista lopputulosta hiekan lisääminen lasikerrosten välissä aiheuttaa. Sulatuskokeissa ripottelin hiekkaa 10 x 10 cm lasilevyjen väliin ja sulatin ne Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun lasistudion sulatusuunissa. Puhalluskokeet suoritettiin Riihimäellä galleria Mafka & Alakosken lasistudiossa lasinpuhaltaja Kari Alakosen avustuksella. Teimme yhteensä 16 puhallettua kappaletta, josta jokaiseen kapseloitiin hiekkaa lasin väliin keräämällä kirkasta lasia hiekassa kieritetyn lasipostin päälle.

Halusin tutkia sulavatko lasikerrokset tarpeeksi kovassa lämpötilassa ja tutkia tapahtuuko tätä ollenkaan.

Koesulatussarjat toistettiin neljässä eri lämpötilassa. Käytin kaikkia hiekkoloja ja paksuudeltaan kolmea eri ikkunalasia. Tarkoitus oli selvittää missä lämpötilassa hiekka alkaa sulamaan ja kuinka se reagoi eri lämpötiloissa. Toisaalta halusin myös selvittää onko hiekan ja lasin yhdistäminen riskialtista, aiheuttaako lasin väliin kapseloitu hiekka jännityksiä ja rikkooko se lasin.

Tutkimuksen mielenkiintoisin tulos oli piikarbidin aiheuttama spektrisävyen löytö, joka ilmeni niin puhalluskokeissa kuin 850-celsiusasteen sulatuksissa. Myös kvartsihiekan tulokset miellyttivät minua esteettisesti. Tutkimuksen hypoteesi todistikin sen, että käyttämäni hiekat ovat soveltuvia niin sulatuksessa kuin puhalluksissakin.

Tutkimuksen arvo pohjautuu jatkotutkimuksen tekemiseen esimerkiksi opinnäytetyössäni.

Sisällysluettelo

[Tiivistelmä](#)

[Sisällysluettelo](#)

[1 Johdanto](#)

[2 Tutkimuksessa käytettävät hiekat](#)

[2.1. Kvartsihiekkä](#)

[2.1. Oliiviinihiekkä](#)

[2.1.2 Piikarbidi](#)

[2.1.3 Valuhiekkä](#)

[3 Mosaiikki ja murrini](#)

[3 Menetelmät](#)

[3.1 Sulatuskokeet](#)

[3.2 Puhalluskokeet](#)

[4 Tulokset](#)

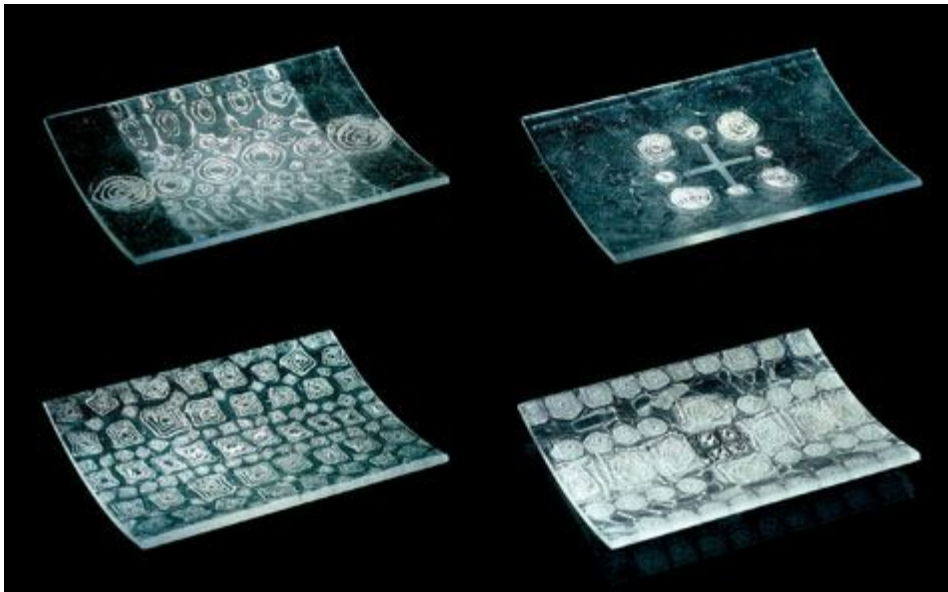
[5 Johtopäätökset](#)

[6 Lähteet](#)

1 Johdanto

Valitsin aiheekseni hiekan ja lasin yhdistämisen, sillä käytän lasia usein materiaalina töissäni. Minulla ei ole aikaisempaa kokemusta hiekan käytöstä lasin koristelumenetelmänä ja siksi halusin tehdä siitä itselleni tutkimuksen. Muutamat tutkimuksen aikana kohtaamani löydöt olivatkin erityisen onnistuneita ja mielenkiintoisia ja voin hyödyntää niitä tulevaisuudessa töissäni.

Tutkimukseni pohjustaa samalla myös hiekkamosaiikin tekoon, joka on tallinnalaisen lasitaiteilija Eeva Käsperin kehittänyt tekniikka (Kuva 1), jossa mosaiikkivartaiden valmistuksessa on käytetty värien sijasta hiekkaa. Sulatuskokeilla pyrin selvittämään sopivan lämpötilan, hiekan ja lasipaksuuden hiekasta tehdyn murrin tekemiseksi.



Kuva 1. Eeva Käsperin hiekkamosaiikki-tekniikalla toteutettuja lautasia

(http://www.glass.ee/eng/eeva/vaba/initial_spring/spring1_eng.html) [luettu

27.3.2016]

Tavoitteena oli oppia käyttämään hiekkaa lasiesineiden koristelussa ja ymmärtämään miten hiekan ja lasin määrä sekä eri lämpötilat vaikuttavat syntyvään

efektiin. Mikä on sopiva hiekkakerroksen paksuus? Kuinka korkea lämpötila on optimaalinen hiekan vangitsemiseksi lasikerrosten väliin? Miten hiekan päällä olevan lasikerroksen paksuus vaikuttaa lopputulokseen? Halusin myös tutkia, voiko hiekalla värjätä lasimassaa säilyttäen kuitenkin lasin valonläpäisykyvyn.

2 Tutkimuksessa käytettävät hiekat

Käytin tutkimuksessani Taiteen ja suunnittelun korkeakoululta saatavilla olevia hiekoja: piikarbidia, kvartsia, oliviinia ja valuhiekkaa. Jokaisella hiekalla on erilaiset ominaisuudet, jotka tuottavat myös erilaisia lopputuloksia. Tässä osassa esittelen lyhyesti hiekojen ominaisuuksia.

2.1. Kvartsihieikka

Kvartsihiekan sulamislämpötila on korkea, n. 1700-1750 °C. Se on kovaa ja kestävä ja sen tilavuus muuttuu voimakkaasti lämpötilan muuttuessa. Väri vaihtelee valkoisesta vaaleanruskeaan ja rakeen muoto on kulmikas/pyöristynyt. Kvartsihieikka on edullista ja helposti saatavilla.

2.1. Oliiviinihieikka

Oliiviini koostuu fosteriittista (90%) ja fayaliitista (10%). Fosteriitin sulamislämpötila on 1750°C ja fayaliitin 1200°C, eli hiekan lämmönkesto riippuu näiden tarkasta suhteesta. Oliiviinihieikka on väriltään vihertävän harmaata. Sen lämpölaajeneminen on vähäisempää ja tapahtuu tasaisemmin kuin kvartsihiekan.

2.1.2 Piikarbidi

Piikarbidi (SiC) on piin ja hiilen muodostama keraaminen yhdiste. Sen sulamislämpötila on 2730 °C. Se on lasinhiontamateriaalia ja siitä voidaan valmistaa sinistä väriä tuottavia ledejä. Piikarbidille on ominaista rakeen terävyys ja

neulamainen muoto. Sen tärkeimpiä käyttökohteita ovat lasi- ja kiviteollisuudenhiomatarvikkeet sekä maalien ja täyteaineiden hionta.

2.1.3 Valuhiekka

Valuhiekka on rakenteeltaan tasalaatuista ja hienoa hiekkaa. Valuhiekka kostutetaan vedellä tai öljyllä ennen muottiin asettamista koska sen täytyy kestää korkeita lämpötiloja.

3 Mosaiikki ja murrini

Murriniksi kutsutaan yksittäistä mosaiikkivartaasta leikattua lasinpalaa. Jäähdyneet lasivartaat leikataan palasiksi, jolloin vartaassa olevat värikerrokset tulevat näkyviin poikkileikkauksessa. Palat asetellaan vierekkäin esimerkiksi keraamiselle alustalle ja sulatetaan yhteen.

Murrineilla voidaan luoda yksinkertaisia ja monimutkaisia kuvioita aina muotokuvaan asti. Tekniikka mahdollistaa monimutkaisten kuosien ja kuvioiden luomisen.

Mosaiikki on termi italialaiselle lasintyöstötekniikalle, jossa värillisiä kuvia ja kuvioita on yhdistetty esivalmistetuista lasikappaleista.

Mosaiikkikulhoja (Kuva 2) valmistettiin Mesopotamiassa jo 1400 eKr. Kenties tunnetuimpia hellenistisiä esimerkkejä ovat puolipallon muotoiset kulhot, joita valmistettiin

esivalmistamalla monivärisiä vartaita, jotka leikattiin paloiksi pituus- ja poikkisuunnassa. Palat sulatettiin yhteen ympyränmuotoisiksi levyiksi ja kuumennettiin muotissa, jolloin aikaansaatiin haluttu muoto.



Kuva 2. Mosaiikkikulho itäisen välimeren alueelta, n. 125 eKr.

<https://www.cmog.org/artwork/mosaic-glass-bowl> [luettu 29.3.2016]

Tekniikka saavutti suosionsa monilla lasituotannon alueilla ja näkyi voimakkaasti muunmuassa hellenistisessä taiteessa. Välimeren hellenistisen mosaiikkilasin valmistusperinteet kulkeutuivat myös Roomaan ja vanhassa roomalaisessa lasimosaiikissa näkyy tyyllillistä samankaltaisuutta mitä hellenistisissä vastineissa.

Myös Egyptissä, Roomassa ja Aleksandriassa esiintyi mosaiikkilasin käyttöä. Tunnetuin ja levinnein mosaiikkitekniikka lienee *millefiori* (it. “tuhat kukkaa”), joka on monivärisistä kukanmuotoisista lasitangoista valmistettua mosaiikkilasia. Kuvassa (Kuva 3) kenties tunnetuin millefiorimaljakko Victoria & Albert museon kokoelmista



Kuva 3. Vihreä muranolainen millefiorimaljakko, tuntematon tekijä, 1872 Victoria and Albert Museum, nro 1188-1876

(<https://fi.wikipedia.org/wiki/Millefiori#/media/File:Millefiorivase.jpg>)

[luettu 29.3.2016]

Tekniikka “uudelleenkeksittiin” 1400-luvulla Venetsiassa ja se saavutti suosionsa Euroopassa 1800-luvulla.

3 Menetelmät

3.1 Sulatuskokeet

Sulatusohjelmat:
100

Suoritin sulatuskokeet neljässä eri lämpötilassa. Lisäksi käytin kahta eripaksuista ikkunalasista ja kahta hiekan kerrospaksuutta.

Kahden ensimmäisen sulatussyklin aikana lämpötilaa nostettiin tasaisesti 100 Celsiusastetta tunnissa ja haudutettiin noin 10 minuutin ajan. Kahdessa viimeisimmässä laskin haudutusastetta viiteen minuuttiin, joka on voinut osaltaan

vaikuttaa siihen ettei lasi ollut sulanut niin paljon.

Koesarjat toteutettiin neljällä eri sulatuskerralla 950, 900, 850 ja 800 Celsius-asteen lämpötiloissa. Suunnittelin koesarjat siten, että ne olisivat verrannollisia keskenään. Valmistin sulatukset leikkaamalla ikkunalasista 10 x 10 cm kokoisia koepaloja. Leikkasin paloja yhteensä 24 kappaletta kahdella eri paksuudella. Ripottelin hiekkaa lusikalla jokaisen lasin päälle ja asetin toisen lasikerroksen hiekkapuolen päälle.

3.2 Puhalluskokeet

Suoritin puhalluskokeet Riihimäellä lasinpuhaltaja Kari Alakosken kanssa.

Lasinpuhallukseen käytettävä lasimassa oli studiolla olevaa Glasma- glass pellettiä, jonka työlämpötilaksi mitattiin 1105 Celsiustastetta. Koe eteni seuraavasti:

- ensiksi puhalluspillin päähän otettiin kuumaa lasimassaa
- tämän jälkeen velssattuun lasimassaan kieritettiin teräspöydälle asetettua hiekkaa
- seuraavaksi puhallettiin noin 10 cm halkaisijaltaan olevia lasiposteja
- lasiposteja lämmitettiin trummelissa, jonka jälkeen päälle kerättiin uusi kerros kirkasta lasia

Teimme yhteensä 16 puhallettua kappaletta (kuva 4): kaikilla hiekkalaaduilla kahta paksuutta, ja näistä kaikista yhdellä ja kahdella kirkkaan lasin keräyksellä. Näin sain lopputuloksena kappaleita, jotka olivat intensiivisyydeltään erilaisia.



Kuva 4. Mafka & Alakoskella tehty puhalluskoe kvartsihiekkalla. Lasipostin päälle on kerätty kvartsihiekkaa, 2016, Helena Manner

4 Tulokset

4.1 Sulatuskokeet (kuva 6)

Sulatuskokeiden tekemiseen käytin Taiteiden ja suunnittelun korkeakoululta löytynyttä ikkunalasia. Ikkunalasi, myös toistelta nimeltään soodalasi koostuu piidioksidista (SiO_2), kvartsihiekkasta, natriumoksidista, soodasta ja kalsiumoksidista. Ikkunalasin paksuuksilla ei ollut tutkimuksen kannalta suurta merkitystä sillä se ei aiheuttanut näkyvää vaikutusta lopputuloksen kannalta. Paksuutta tutkittiin sen vuoksi, että voitiin varmistua synnyttääkö hiekan kapselointi lasin väliin jännitystiloja, jotka pahimmillaan voisivat rikkoa kappaleen.

Tein ensimmäisen koesulatussarjan 950 Celsiusasteessa. Tämä oli lämpötilaksi liian korkea ja koepalat olivat sulaneet kiinni toisiinsa. Lasipalat olivat menettäneet muotonsa kokonaan ja piikarbidi oli kuplinut osittain ulos lasin pinnan lävitse. Kvartsihiekkä oli muuttanut muotoaan ja tekstuuriaan korkeissa lämpötiloissa. Valuhiekka oli alkanut punertamaan sisältämänsä raudan vuoksi. Ensimmäisissä poltoissa olleet näytteet eivät miellyttäneet minua ja sen vuoksi en jatkanut niiden tutkimista.

Toisessa 900 Celsius-asteen sulatuksessa lasilevyt olivat säilyttäneet muotonsa eivätkä sulaneet kiinni toisiinsa. Piikarbidi oli edelleen muodostanut kuplia lasin sisällä, mutta ei kuitenkaan kuplinut ulos sen pinnasta. Kvartsihiekkä muistutti paljon 950 asteen sulatuksen lopputuloksia, mutta hiekka oli kuitenkin jakaantunut hieman tasaisemmin levyjen välissä. Valuhiekan väri oli tässäkin koesarjassa muuttunut punertavaksi, mutta oli säilyttänyt rakenteensa.

Kolmannen sulatuksen 850 Celsius-asteen lämpötila ei enää vaikuttanut lasilevyjen muotoon. Piikarbidi oli vaalentunut tummasta väristään ja muuttunut sinertäväksi. Sulatus- ja puhalluskokeissa jossa piikarbidia oli ohuita kerroksia lasin välissä syntyi spektrin sävyä taittava efekti. Kvartsihiekkassa ei ollut tapahtunut juurikaan nähtäviä muutoksia. Valuhiekka oli hieman tummentunut ja säilyttänyt edelleen rakenteensa.

Viimeisessä koesarjassa 800 Celsiusasteen lämpö ei ollut riittävän korkea tuottamaan näkyviä muutoksia hiekassa. Hiekka oli vain jäänyt lasikerrosten väliin.

Mahdolliset epäpuhtaudet, ikkunalasin pinnan kiteytyminen korkeissa lämpötiloissa ja sen sisältämä tina ovat myös voineet vaikuttaa sulatuskokeiden yllättäviin lopputuloksiin.

4.2 Puhalluskokeet (kuva 5)

Kuten sulatuskokeissa saavutin myös puhalluskokeilla neljä erilaista lopputulosta.

Oliviinihiekan vihertävä sävy toistui myös hieman puhalletuissa kappaleissa, mutta enimmäkseen sävy oli jäänyt kellertävän vaaleaksi ja muistutti paljon kvartsihiekkää. Tosin kvartsi-ja oliviinihiekoista saadut tulokset jäivät haaleiksi, sillä hiekan määrä puhalletuissa kappaleissa oli jäänyt vähäiseksi. Puhallettujen kvartsi-ja oliviinikappaleiden erottaminen toisistaan olikin paikoin hankalaa.

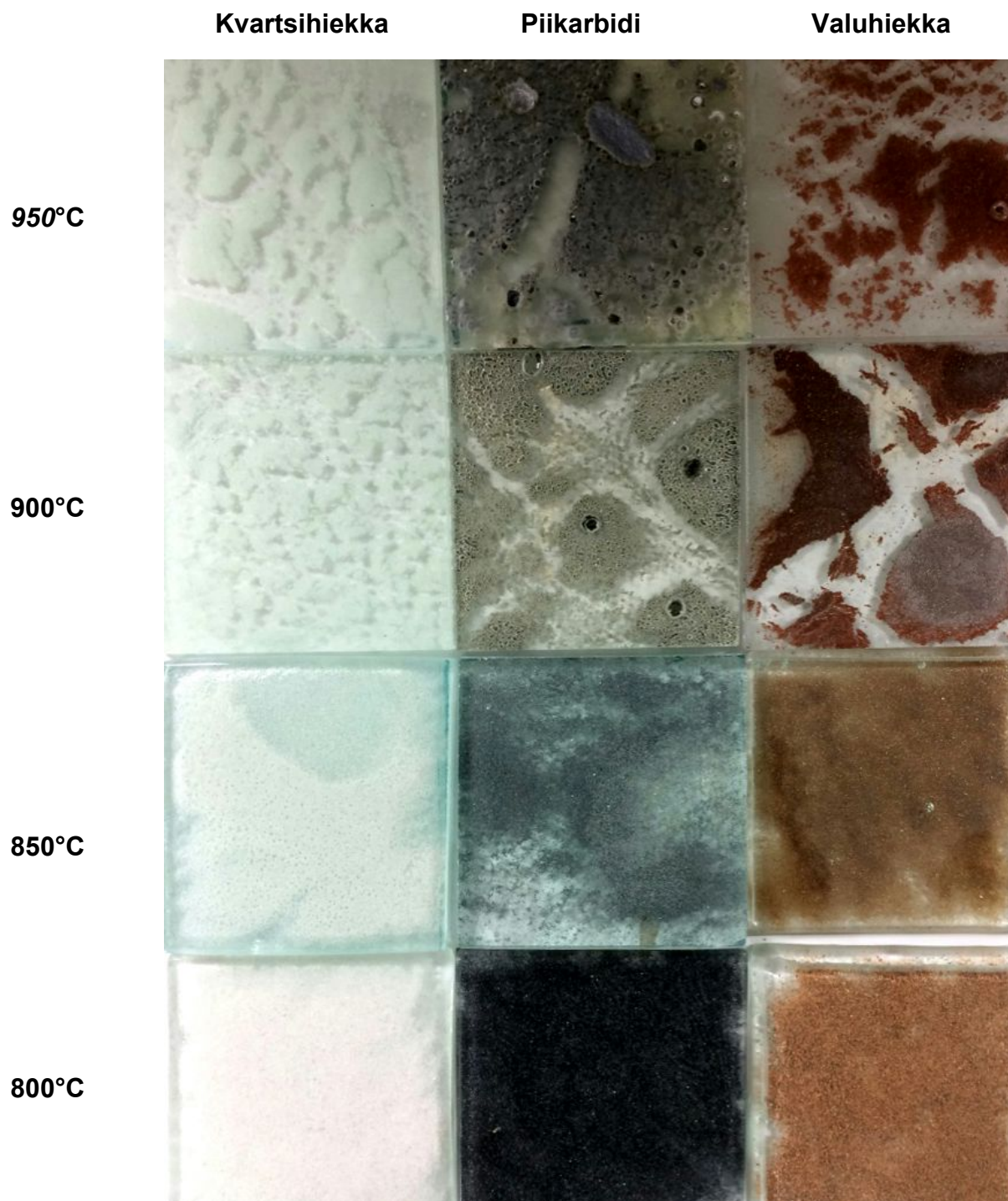
Piikarbidista saadut puhallusnäytteet olivat yhtä mielenkiintoisia kuin sulatuskokeissakin. Tulin siihen johtopäätökseen, että piikarbidikerroksen määrä täytyi pitää suhteellisen vähäisenä, jotta spektrin taitteen sävy tulisi paremmin esille.

Koska olin unohtanut siivilöidä valuhiekkää hienommaksi ennen puhaltamista oli hiekan raekoko jäänyt isoksi ja paakkuiseksi joka näkyi myös puhalletuissa kappaleissa. Tämä ei tuottanut visuaalisesti miellyttävää lopputulosta. Iso raekoko oli myös muodostanut lasiin ilmakuplia.

Puhalletuissa kappaleissa lasin lämpötila oli ollut lähes 200 Celsiusastetta korkeampi kuin sulatuksissa, joten todennäköisesti myös lasin laadulla on ollut merkitystä lopputuloksissa.



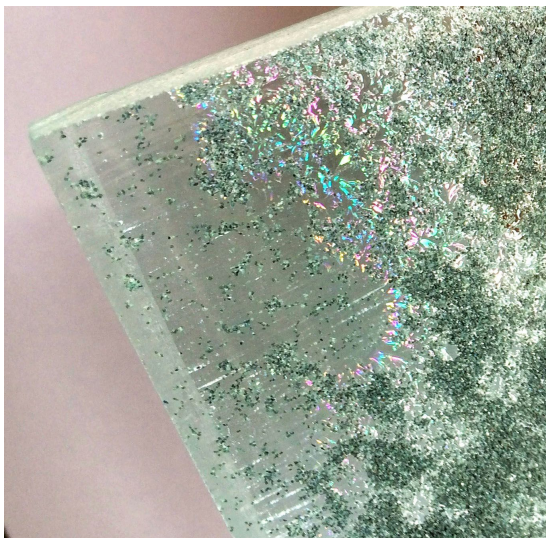
Kuva 5. Mafka & Alakoskella toteutettuja puhallettuja koekappaleita piikarbidi, valu-ja oliviinihiekoilla. Puhalluskokeiden tulokset jäivät laihoiksi, 2016, Helena Manner



Kuva 6. Kvartsihiekan, piikarbidin ja valuhiekan sulatukset 950, 900, 850 -ja 800 celsiusasteen lämpötiloissa. 2016, Helena Manner

5 Johtopäätökset

Erityisesti piikarbidilla suoritettut puhallus- ja sulatuskokeet olivat onnistuneita ja mielenkiintoisia. Spektrin sävy (kuva 7) näkyi 850 Celsiusasteen sulatuksissa sekä puhalluksissa (kuva 8).



Kuva 7. Ikkunalasin väliin sulatetun piikarbidin koepala **Kuva 8.** Piikarbidin koepuhallus

Tutkimuksen hypoteesi osoitti sen, että kaikki käyttämäni hiekat toimivat niin ikkuna- ja Glasma-studiolasinkin kanssa, sillä yhteenkään kappaleeseen ei ollut syntynyt jännityksiä. Kiinnostavaa oli myös se, että jokainen sulatuskoe tuotti visuaalisesti erilaisen lopputuloksen. Lämpötila vaikutti siis olennaisesti ikkunalasin väliin sulatettujen hiekkojen sävyyn ja rakenteeseen.

Piikarbidin kupliminen korkeissa lämpötiloissa viittaa siihen, että piin ja hiilen muodostama keraaminen yhdiste alkoi reagoimaan voimakkaasti korkeissa lämpötiloissa. Tutkimus auttoi minua ymmärtämään hiekkojen raaka-aineiden merkitystä ja sitä kuinka pienikin lämpötilavaihtelu vaikuttaa hiekan rakenteeseen lasin sisässä.

Kaikki alle 900 Celsiusasteen sulatukset olivat onnistuneita ja olen erittäin tyytyväinen piikarbidista saatuihin lopputuloksiin.

Oliiviini-ja kvartsihiekkasta saadut puhalluskokeet jäivät liian hailakoiksi, joka paikoin myös vaikeutti koekappaleiden erottamista toisistaan. Myös valuhiekan puhalluskokeet eivät miellyttäneet esteettisesti lopputulokseltaan, sillä hiekan raekoko oli liian suuri joka aiheutti hiekan leviämisen epätasaisesti lasipinnan alueelle (kuva 9).

Mielenkiintoista oli myös se, että valuhiekan puhallusnäytteissä oli syntynyt samaa spektrin sävyistä efektiä kuin piikarbideissa olleisiin näytteisiin.



Kuva 9. Valuhiekan karkea raekoko näkyi myös selvästi puhalletuissa kappaleissa, 2016, Helena Manner

Jos tutkimus olisi laajempi jatkaisin ehdottomasti lasin ja piikarbidin tutkimista.

Haluan tutkia kuinka paljon piikarbidia täytyy lisätä lasimassaan, jotta spektrin sävyn saisi vielä selkeämmäksi.

6 Lähteet

Internetlähteet

https://www.metmuseum.org/toah/hd/rmos/hd_rmos.htm

<https://en.wikipedia.org/wiki/Millefiori>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Murrine>

http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/vtp_menet_hiekkaraakaaineet.pdf

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Piikarbidi>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Caneworking>

<https://www.cmog.org/set/mosaics>